

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 00 026.3

Anmeldetag: 2. Januar 2002

Anmelder/Inhaber: Philips Corporate Intellectual Property GmbH,
Hamburg/DE

Bezeichnung: Gekühlte Hochdruckgasentladungslampe

IPC: H 01 J, F 21 S, G 03 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 2. Dezember 2002
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Dzierzon

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

ZUSAMMENFASSUNG

Gekühlte Hochdruckgasentladungslampe

- Die Erfindung betrifft eine gekühlte Hochdruckgasentladungslampe, zumindest umfassend einen gekühlten Lampenkolben (43), der einen mit einem Gas gefüllten Entladungsraum (431) hermetisch verschließt, wobei zum Zeitpunkt der Gasentladung zumindest im Entladungsraum (431) eine inhomogene Temperaturverteilung besteht, und eine Kühleinrichtung (7) mit einem Kühlmittel, die einen gerichteten Kühlmittelstrom (9) erzeugt, wobei ein flüssiges Kühlmittel auf den Lampenkolben (43) einwirkt, die Lampe mit einer erhöhten Leistung betreibbar und der Kühlmittelstrom (9) derart beschaffen ist, dass bei der erhöhten Leistungsaufnahme der Lampe eine Entglasung des Lampenkolbens (43) und eine Kondensation des Gases im wesentlichen verhindert wird.

Fig. 1

BESCHREIBUNG

Gekühlte Hochdruckgasentladungslampe

Die Erfindung betrifft eine gekühlte Hochdruckgasentladungslampe, die zumindest einen gekühlten Lampenkolben, der einen mit einem Gas gefüllten Entladungsraum hermetisch verschließt, wobei zum Zeitpunkt der Gasentladung zumindest im Entladungsraum eine
5 inhomogene Temperaturverteilung besteht, und eine Kühleinrichtung mit einem Kühlmittel, die einen gerichteten Kühlmittelstroms erzeugt, umfasst.

Hochdruckgasentladungslampen (HID- [high intensity discharge]-Lampen) und
10 insbesondere UHP- (ultra high performance) Lampen werden auf Grund ihrer optischen Eigenschaften u.a. bevorzugt zu Projektionszwecken eingesetzt.

Für diese Anwendungen wird eine möglichst punktförmige Lichtquelle gefordert, so dass der sich zwischen den Elektroden spitzen ausbildende Lichtbogen eine Länge von etwa 0,5
15 bis 2,5 mm nicht überschreiten soll. Weiterhin ist eine möglichst hohe Lichtstärke bei möglichst natürlicher spektraler Zusammensetzung des Lichtes erwünscht.

Diese Eigenschaften können mit UHP-Lampen derzeit am besten erreicht werden. Bei der Entwicklung dieser Lampen müssen jedoch zwei wesentliche Forderungen gleichzeitig
20 erfüllt werden:

Einerseits darf die höchste Temperatur an der inneren Oberfläche des Entladungsraums nicht so hoch werden, dass eine Entglasung des im allgemeinen aus Quarzglas gefertigten Lampenkolbens auftritt. Dies kann deshalb problematisch sein, weil durch die starke
25 Konvektion innerhalb des Entladungsraums der Lampe der Bereich oberhalb des Lichtbogens besonders stark erwärmt wird.

Andererseits muss die kälteste Stelle an der inneren Oberfläche des Entladungsraums (Brennraum) noch eine so hohe Temperatur aufweisen, dass sich das Quecksilber dort
30 nicht niederschlägt, sondern insgesamt in ausreichendem Maße in verdampftem Zustand erhalten bleibt. Dies ist in besonderem Maße bei Lampen mit gesättigter Gasfüllung zu beachten.

Diese beiden widerstrebenden Forderungen führen dazu, dass die maximal zulässige Differenz zwischen der höchsten und der niedrigsten Temperatur (im allgemeinen an der oberen und unteren Innenseite des Entladungsraums) relativ gering ist. Da jedoch durch die innere Konvektion hauptsächlich der Bereich oberhalb des Entladungsraums erwärmt wird und dessen Wärmeleitfähigkeit durch entsprechende Gestaltung des Lampenkolbens nur in engen Grenzen erhöht werden kann, ist die Einhaltung der maximalen Differenz relativ schwierig, und einer Leistungssteigerung der Lampe sind enge Grenzen gesetzt. Durch eine Luftkühlung ist eine diesbezügliche Leistungssteigerung grundsätzlich möglich, wobei dort aufgrund der physikalischen Eigenschaften der Luft nur bestimmte Wärmemengen vom Lampenkolben abgeführt werden können.

- Aus der Lichttechnik im allgemeinen sind luftgekühlte Lampen bekannt. In der DE 190 31 17 ist beispielsweise eine luftgekühlte Kurzbogenlampe als Flutlichtleuchte beschrieben. Diese Flutlichtleuchte mit einem Spiegel für eine im Brennpunkt des Spiegels wirksame Lampe, mit einer etwa punktförmigen Lichtquelle hoher Leistung und großer Leuchtdichte wird unter Verwendung von Düsen zum Anblasen des Lampenkolbens gekühlt. Die vermittelte Lehre verweist ausdrücklich auf die Annahme der Fachwelt, dass solche Kurzbogen-Hochleistungslampen eine künstliche Luftkühlung haben müssen.
- 20 Eine Aufgabe, die der Erfindung zugrunde liegt, besteht deshalb darin, eine Hochdruckgasentladungslampe der eingangs genannten Art und insbesondere eine für Projektionszwecke geeignete UHP-Lampe bzw. Beleuchtungseinheit zu schaffen, deren spektrale Eigenschaften in einem erweiterten Leistungsbereich zumindest erhalten bleiben.
- 25 Die Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, dass ein flüssiges Kühlmittel auf den Lampenkolben einwirkt, die Lampe mit einer erhöhten Leistung betreibbar und der Kühlmittelstrom derart beschaffen ist, dass bei der erhöhten Leistungsaufnahme der Lampe eine Entglasung des Lampenkolbens und eine Kondensation des Gases im wesentlichen verhindert wird.
- 30 Ein wesentlicher Vorteil dieser Lösung besteht darin, dass nicht nur die spektralen Eigenschaften des Lichtes auf hohem Niveau erhalten bleiben, sondern dass die Lampe bei einer höheren Betriebsspannung arbeitet, so dass bei gleichem Lampenstrom eine

entsprechend höhere Lampenleistung erzielt wird. Andererseits wird bei gleicher Lampenleistung ein nur geringerer Strom benötigt. Dies hat zur Folge, dass die Elektroden, die bei den für Projektionsanwendungen interessanten Elektronenabständen von etwa 0,5 bis 2,5 mm normalerweise einem besonders hohen Verschleiß unterliegen, nunmehr eine
5 wesentlich längere Lebensdauer aufweisen.

Durch die Verwendung eines flüssigen Kühlmittels, beispielsweise Wasser oder einem Gemisch, welches Wasser enthält, können bessere Wärmeübergangswerte pro Zeiteinheit realisiert werden. Eine Prämisse für die Auswahl des flüssigen Kühlmittels ist, keine
10 signifikanten Veränderungen der spektralen Eigenschaften des Lichtes zu bewirken. Die Beschaffenheit des Kühlmittelstromes, beispielsweise die Art und Weise der Berührung mit definierten Bereichen des Lampenkolbens, beeinflusst die gewünschte Wärmeleitung aus dem Lampenkolben wesentlich.

15 Im Fokus stehen erfindungsgemäß insbesondere die Bereiche des Lampenkolbens, die während des Betriebes der Lampe die höchsten Temperaturen aufweisen. Dabei ist die jeweilige Einbaulage der Lampe, beispielsweise waagrecht oder senkrecht, zu berücksichtigen, da diese die Temperaturverteilung innerhalb des Temperaturfelds im Entladungsraum und somit im Lampenkolben maßgeblich beeinflusst. Ein weiteres
20 Kriterium für die erfindungsgemäße Dimensionierung und Gestaltung des Kühlsystems ist der Grad der Homogenisierung der Temperaturverteilung im Entladungsraum.

Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, dass die Lampe und die Kühleinrichtung in aufeinander abgestimmter Weise betrieben werden können. Dies
25 betrifft insbesondere die eingestellte Ausgangsleistung der Lampe, die um einen Faktor von zwischen etwa 2 und 10 gegenüber der Nennleistung der Lampe ohne Kühlung erhöht werden kann, ohne dass eine Entglasung des Lampenkolbens zu beobachten ist. Weiterhin ist durch das abgestimmte Betreiben, beispielsweise durch Verwendung eines Regelkreises, gewährleistet, dass beim Feststellen des Absinkens der Lampenspannung die Kühlung
30 derart verringert wird, dass eine Kondensation von Quecksilber verhindert wird.

Die Unteransprüche haben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung zum Inhalt.

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung betrifft eine Hochdruckgasentladungslampe, die als Kurzbogenlampe ausgeführt ist und Projektionszwecken dient.

5 In dem Fall, wo die Leistungsaufnahme der Lampe veränderlich einstellbar sein kann oder muß, ist es zweckmäßig, den Kühlmittelstrom, der durch die Kühleinrichtung erzeugt wird, in Abhängigkeit von der Leistungsaufnahme der Lampe definiert zu steuern.

Außerdem oder alternativ ist das Betreiben der Kühleinrichtung bevorzugt, wobei das Kühlmittel in einem üblichen geschlossenen Kreislauf bewegt wird.

10 Die Kühlung ist dann am effektivsten, wenn der Kühlmittelstrom zumindest auf einen Bereich des Lampenkolbens, der oberhalb des Entladungsraum liegt und somit regelmäßig die höchste Temperatur besitzt, direkt gerichtet ist.

Bei einer waagerechten Einbaulage der Lampe ist bevorzugt, dass der Kühlmittelstrom in
15 erhöhtem Maße oder ausschließlich auf den Bereich gerichtet wird, der oberhalb von den sich gegenüberliegenden Elektrodenspitzen einer Elektrodenanordnung liegt. Ein im erhöhten Maße auf diesen Bereich gerichteter Kühlmittelstrom, ist beispielsweise durch einen sog. Außenkolben realisierbar, wobei durch der Kühlmittelstrom im oberen Bereich des Außenkolben größere Volumenströme auftreten als im unteren.

20 Bei einer senkrechten Einbaulage der Lampe ist bevorzugt dass der Kühlmittelstrom in erhöhtem Maße oder ausschließlich auf den Bereich gerichtet wird, der bei oberhalb der oberen Elektrodenspitze einer Elektrodenanordnung liegt. Der Kühlmittelstrom kann bevorzugt im Bereich der oberen Elektrodendurchführung geführt werden. Diese Führung
25 des Kühlmittelstroms ist besonders zweckmäßig, weil in diesem Bereich des Lampenkolbens nur sehr wenig Licht emittiert wird. Die Flüssigkeitskühlung beeinflusst damit die relevanten Lichtparameter nur unwesentlich.

Bevorzugt ist außerdem, dass der Bereich, der sich in der jeweiligen Einbaulage der Lampe
30 oberhalb des Entladungsraums befindet, einen besseren Wärmedurchgangskoeffizienten besitzt als der unterhalb liegende. Dies kann insbesondere erreicht werden, in dem im Bereich unterhalb und/oder oberhalb des Entladungsraums Mittel angeordnet sind

und/oder der Lampenkolben derart dimensioniert ist, dass der dortige Wärmedurchgangskoeffizient im Sinne der Erfindung beeinflussbar ist. Solche in der Wärme- und Isolationstechnik an sich bekannten Mittel sind beispielsweise auf der äußeren Oberfläche des Lampenkolbens aufgetragene Isolationsschichten. Dadurch läßt sich der Wärmedurchgangskoeffizient im Allgemeinen noch effektiver beeinflussen. Außerhalb des wesentlichen Lichtkegels der Lampe, insbesondere in der Nähe der Elektroden durchführungen können auch nicht-transparente Schichten Verwendung finden. Dadurch läßt sich der Wärmedurchgangskoeffizient wesentlich effektiver beeinflussen.

- 10 Im Bereich unterhalb des Entladungsraums sind bevorzugt Mittel angeordnet, die den Wärmedurchgangskoeffizient des unten liegenden Bereiches des Lampenkolbens verringern, wie beispielsweise auf den Glaskörper aufgetragene transparente Schichten.

- 15 In diesem Sinne ist auch bevorzugt, dass sich die Wandstärke des Bereiches, der sich oberhalb des Entladungsraums befindet, hin zum unten liegenden Bereich verstärkt. Bei einer waagerechten Einbaulage des Lampenkolbens ist somit bevorzugt, dass sich die Wandstärke des Bereiches, der sich oberhalb von den sich gegenüberliegenden Elektroden spitzen einer Elektrodenanordnung befindet, sich hin zum unten liegenden Bereich verstärkt.

- 20 Mit den Ausführungen gemäß den Ansprüchen 4 bis 7 wird die Wirksamkeit der Kühlung weiter verbessert, so dass die Lampenleistung weiter erhöht werden kann und die anderen Lampeneigenschaften, wie das Spektrum des abgegebenen Lichtes oder Brennspannung, zumindest erhalten bleiben.

- 25 Ein anderer Aspekt der Erfindung, gemäß der Ansprüche 8 und 9, zielt auf eine weitestgehende Homogenisierung der Temperaturverteilung im Entladungsraum selbst, so dass ein gegenüber dem Stand der Technik grundsätzlich unveränderter Lampenkolben Verwendung finden kann.

- 30 Diesbezüglich bevorzugt ist, dass eine Homogenisierung der Temperaturverteilung im Entladungsraum durch das Drehen der Lampe um die gedachte waagerechte Achse

zwischen den sich gegenüberliegenden Elektroden spitzen erfolgt.

Alternativ kann eine Homogenisierung der Temperaturverteilung im Entladungsraum durch ein Betreiben der Lampe im Bereich sog. akustischer Resonanzen erfolgen. Die

- 5 akustischen Resonanzen werden dabei in bekannter Art und Weise, beispielsweise wie in der US 5880561 und US 6225724 beschrieben, benutzt, um eine Aufwärtskrümmung des Bogens zu verhindern und somit die Temperaturdifferenz im Lampenkolben zu verringern.

- 10 Die Aufgabe der Erfindung wird außerdem durch eine Beleuchtungseinheit mit zumindest einer Hochdruckgasentladungslampe nach einem der Ansprüche 1 bis 9 gelöst.

Eine solche Beleuchtungseinheit kann insbesondere für Projektionszwecke, bei denen Leistungen über 400 bis 7000 W benötigt werden, eingesetzt werden. Für besonders

- 15 lichtstarke Projektoren (z. B. Electronic Cinema) sind Hochdruckgasentladungslampe ohne eine Kühlung nicht und mit einer Luftkühlung nur bedingt geeignet.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform anhand der Zeichnung. Es

- 20 zeigt:

- Fig. 1 schematische Schnittdarstellung der Hochdruckgasentladungslampe (UHP-Lampe),
Fig. 2 eine sich ohne Kühlung einstellende Temperaturverteilungen im Bereich des
Entladungsraums und
25 Fig. 3 eine Temperaturverteilung im Bereich des Brennraums der Elektroden mit einer erfindungsgemäßen Kühlung.

- Figur 1 zeigt schematisch einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße UHP-Lampe in einer waagerechten Einbaulage der Lampe. Die UHP-Lampe besitzt ein Reflektorgehäuse
30 1, dessen Öffnung vorzugsweise mit einer Frontscheibe 2 abgeschlossen ist. Die Frontscheibe 2 bildet eine Lichtaustrittsfläche und dient zum Schutz der Umgebung im Falle einer Zerstörung der Lampe. Sie kann auch als Filterscheibe für das erzeugte Licht ausgelegt sein.

- Eine Elektrodenanordnung 4 erstreckt sich von dem der Öffnung gegenüberliegenden Ende des Reflektorgehäuses 1 in dieses hinein. Die Elektrodenanordnung 4 umfasst im wesentlichen eine erste Elektrode 41 sowie eine zweite Elektrode 42, die sich in einem Lampenkolben 43 befinden, und zwischen deren gegenüberliegenden Spitzen in einem
- 5 Entladungsraum 431 des Lampenkolbens 43 eine Lichtbogen-Entladung angeregt wird. Die jeweils anderen Enden der Elektroden 41, 42 sind mit elektrischen Anschlüssen 5, 6 der Lampe verbunden, über die durch ein Netzteil 8 die zum Betrieb der Lampe erforderliche Versorgungsspannung zugeführt wird.
- 10 Neben der Elektrodenanordnung 4 erstreckt sich weiterhin ein zylinderförmiger Außenkolben 3 in das Reflektorgehäuse 1. Der Außenkolben 3 besitzt einen Einlaß 31 und einen Auslass 32 über welche der Flüssigkeitsumlauf des Kühlmittels in einem geschlossenen Kühlkreislauf erfolgt. Die Kühleinrichtung 7 umfasst alle für einen
- 15 herkömmlichen Kühlmittelkreislauf erforderlichen Komponenten, wie zumindest einen Flüssigkeitsbehälter, eine Pumpe, Einlaß- und Auslass-Organ, ggf. ein Kühlaggregat, Temperaturmesseinrichtungen und entsprechende Verbindungsleitungen. Die vorgenannten elektrischen bzw. elektronischen Komponenten der Kühleinrichtung 7 besitzen regelmäßig zumindest eine Stromversorgung und Steuerung, und sind oft über
- 20 Datensysteme vernetzt. Der Einlaß 31 ist an eine Umwälzpumpe angeschlossen, so dass durch diese ein Strömen der Flüssigkeit zwischen Einlaß 31 und Auslass 32 verursacht wird. Bei einem definiertem Volumendurchsatz durch den Außenkolben 3 wird eine den jeweiligen Betriebsbedingungen der Lampe angepasste Wassereintrittstemperatur über den Einlaß 31 zugeführt. Der Kühlmittelstrom wird insbesondere durch die Anordnung des Einlasses 31 und die geometrischen Verhältnisse des Außenkolbens 3 auf des zu kühlenden
- 25 Bereich des Lampenkolben 43 gerichtet. Der Auslass 32 ist in der Nähe des elektrischen Anschlusses 6 angeordnet, um insbesondere außerhalb des Lichtkegels der Lampe zu liegen.

- Die erfindungsgemäße Lampe wird mit dem Netzteil 8 für eine allgemeine Netzspannung
- 30 betrieben. Es umfasst eine erste Ansteuerschaltung zur Versorgung der Lampe sowie eine zweite Ansteuerschaltung zum Betreiben einer den Kühlmittelstrom 9 erzeugenden Quelle. Weiterhin ist eine Überwachungs- und Steuereinrichtung vorgesehen, mit der die

an der Lampe anliegende Lampenspannung gemessen wird. Alternativ dazu kann die zweite Ansteuerschaltung mit der Quelle zu einer gesonderten Kühleinheit kombiniert sein, wobei in diesem Fall die Überwachungs- und Steuereinrichtung vorzugsweise einen Ausgangsanschluss aufweist, der zur Verbindung mit der Kühleinheit vorgesehen ist und an dem ein
5 zum Beispiel digitales Informationssignal über die Höhe der Lampenspannung und -leistung anliegt.

Zur Erläuterung der Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Kühlung sei zunächst anhand von Figur 2 der Bereich des Entladungsraum 431 der Elektrodenanordnung 4 näher
10 erläutert. Figur 2 zeigt die einander gegenüberliegenden Bereiche der Elektroden 41, 42 sowie ihre Spitzen 411, 421, die sich in den Entladungsraum 431 des Lampenkolbens 43 erstrecken und zwischen denen sich im Betriebszustand der Lampe ein Lichtbogen 432 ausbildet.

15 In diesem Zustand werden der Entladungsraum 431 und die umgebenden Bereiche des Lampenkolbens 43, insbesondere die Wandbereiche, in unterschiedlichem Maße erwärmt. Die höchste Temperatur T1 am Lampenkolben 43 tritt an der in waagerechter Betriebsstellung der Lampe oberen Innenseite des Entladungsraums 431 auf, während die Temperatur T2 an der gegenüberliegenden unteren Innenseite des Entladungsraums 431
20 niedriger als T1 ist. Auf Grund des Temperaturgradienten durch die Wand des Lampenkolbens 43, die im allgemeinen aus Quarzglas besteht, ist die Temperatur T3 an der oberen Außenseite des Lampenkolbens 43 niedriger als die Temperatur T1 an der dortigen Innenseite, jedoch gleichzeitig die höchste Temperatur an der Außenseite des Lampenkolbens 43. Schließlich ist auch die Temperatur T4 an der unteren Außenseite des
25 Lampenkolbens 43 niedriger als die Temperatur T2 an der unteren Innenseite. Die genannten Stellen sind in der Figur mit den Buchstaben T1 bis T4 bezeichnet. Somit ergeben sich unter anderem folgende Zusammenhänge: $T2 < T1$, $T1 > T3$ und $T2 > T4$.

Beim Entwurf der Lampe und der Optimierung der Lichtausbeute ist zu berücksichtigen,
30 dass diese Temperaturen folgende Bedingungen erfüllen müssen:

- Die höchste Temperatur T1 an der oberen Innenseite des Lampenkolbens 43 darf nicht so hoch sein, dass die Gefahr einer Entglasung des Quarzglas es besteht. Die niedrigste Temperatur T2 an der unteren Innenseite des Lampenkolbens 43 muss andererseits so hoch sein, dass das Quecksilber sich dort nicht niederschlägt, sondern in Form von Dampf erhalten bleibt. Für die Differenz T1 - T2 zwischen diesen beiden Temperaturen gilt, dass sie durch Konvektion und Wärmetransport in dem heißen Plasma bestimmt wird. Dies bedeutet, dass die Differenz proportional zu dem Gasdruck in dem Entladungsraum 43 ist und somit eine kritische Größe insbesondere bei UHP-Lampen darstellt.
- 10 Zur Erzielung der eingangs genannten Eigenschaften und Vorteile der erfindungsgemäßen Lampe wird ein möglichst hoher Gasdruck (Druck des Quecksilberdampfes) angestrebt. Dieser Druck ist gemäß folgender Formel von der Temperatur T der kältesten Stelle im Entladungsraum 431 abhängig: $p_{Hg} [\text{bar}] = 2,5 \cdot 10^5 e^{-8150/T}$.
- 15 Die Erhöhung des Gasdrucks wird also durch eine Erhöhung der Temperatur der kältesten Stelle im Entladungsraum 431 bewirkt. Um die Lampe bei einer entsprechend erhöhten Leistung betreiben zu können, ist erfindungsgemäß, dass ein flüssiges Kühlmittel auf den Lampenkolben 43 einwirkt, wobei der Kühlmittelstrom derart beschaffen ist, dass eine Entglasung der Innenseite des Lampenkolbens 43 und eine Kondensation des Gases im
- 20 wesentlichen verhindert wird.
- Mit dieser Kühlung wird ein Kühlmittelstrom 9 gemäß der Darstellung durch die Pfeile in Figur 3 insbesondere auf den Bereich oberhalb des Entladungsraums 431 gerichtet. Dies hat eine Veränderung der Temperaturverteilung zur Folge. Die höchste Temperatur T3 an
- 25 der Außenseite des Lampenkolben 43 wird durch die Kühlung auf eine Temperatur T13 vermindert und gleichzeitig in Strömungsrichtung an der Außenseite verschoben. Entsprechend wird auch die höchste Temperatur T1 an der Innenseite des Lampenkolbens 43 auf eine Temperatur T11 vermindert und in Strömungsrichtung verschoben. Die niedrigste Temperatur T14 an der Außenseite des Lampenkolbens 43 befindet sich dort,
- 30 wo der Kühlmittelstrom 9 auf den Lampenkolben 43 trifft. Innerhalb des Entladungsraums 431 ist an dessen unterer Seite entgegen der Strömungsrichtung verschoben die Temperatur T12 oder, bei besonders starker Strömung, an dessen oberer Seite entgegen

der Strömungsrichtung verschoben, die Temperatur T122 als niedrigste Temperatur zu finden.

5 Mit der erfindungsgemäßen Kühlung ist es möglich, die Lampenleistung zu erhöhen, ohne dass dadurch die sehr kritische höchste Temperatur T1 an der oberen Innenseite des Lampenkolben 43 ansteigt. Selbst in dem Fall, in dem die Temperatur T11 aufgrund unvorhergesehener Umstände doch ansteigen und eine lokale Entglasung des Lampenkolbens 43 verursachen sollte, stört diese den nutzbaren Lichtkegel nicht, da sie gemäß Figur 3 in einem durch die Elektroden abgeschatteten Bereich liegen würde.

10

Durch die erhöhte Lampenleistung sinkt die Temperatur T2 der kältesten Stellen in dem Entladungsraum 431 trotz der zusätzlichen Kühlung nicht ab. Somit tritt für einen großen Parameterbereich keine Kondensation von Quecksilber auf. Wesentlich hierbei ist die gleichzeitige Einstellung von Kühlmittelstrom und Lampenleistung, wobei der Kühlmittelstrom im allgemeinen in Abhängigkeit von der Lampenleistung gesteuert wird. Bei 15 alleiniger Kühlung der Lampe (auch wenn diese gezielt auf die Oberseite gerichtet ist) ohne Erhöhung der Leistung würde das Quecksilber insbesondere bei den hier verwendeten Lampen mit gesättigter Gasfüllung sofort kondensieren, so dass sich die Eigenschaften der Lampe in unerwünschtem Maße verschlechtern würden.

20

Weiterhin zeigte sich, dass eine für 150 Watt Nennleistung dimensionierte UHP-Lampe sogar mit 400 Watt betrieben werden konnte, ohne dass die Temperaturen innerhalb des Entladungsraums 431 die kritischen Grenzen überschritten. Insgesamt ergab sich, dass die maximale (erhöhte) Leistung dieser Lampen deutlich über 400 Watt hinaus vergrößert 25 werden konnte, ohne die anderen Lampeneigenschaften zu beeinträchtigen. Allgemein kann die Ausgangsleistung der Lampen bei Anwendung der Kühlung um einen Faktor von 2 bis etwa 10 erhöht werden. Ferner kann es sinnvoll sein, die Größe der Elektroden an die möglichen höheren Ströme anzupassen.

30 Die den Kühlmittelstrom 9 erzeugende Quelle kann eine einfache stufenlos regelbare Umwälzpumpe sein, die so dimensioniert ist, dass der erforderliche Volumendurchsatz und damit bei bekannten Geometrien des Strömungskanal die erforderliche Strömungsgeschwindigkeit erzielt wird.

Ein weiterer Vorteil dieser Kühlung besteht darin, dass in dem Fall, in dem die Kühlung nach dem Abschalten der Lampe zum Beispiel für etwa 10 bis 30 Sekunden aufrechterhalten wird, das Gas (Quecksilber) relativ schnell kondensiert und damit der innere Gasdruck abnimmt. Die Kondensation erfolgt dabei nicht an den Elektroden, sondern an der Innenwand des Lampenkolbens 431. Dadurch ist bereits wenige Sekunden nach dem Abschalten der Lampe eine erneute Zündung mit relativer geringer Zündspannung möglich.

Um für eine gegebene Dimensionierung des Lampenkolbens 43 und des Entladungsraums 431 eine möglichst hohe Ausgangsleistung und einen hohen Betriebsdruck der Lampe zu erzielen, ist eine möglichst intensive Kühlung und somit ein starker Kühlmittelstrom 9 erforderlich. Eine Grenze ist diesbezüglich jedoch durch die Kondensation von Quecksilber in dem Entladungsraum 431 gegeben. Es hat sich nun gezeigt, dass der Beginn der Kondensation an der kältesten Stelle in dem Entladungsraum 431, die nicht unbedingt an dessen unterer Seite liegen muss, durch Überwachung eines Absinkens der Lampenspannung erfasst werden kann. Auf diese Weise ist es möglich, durch Auswertung und Rückkopplung der mit der Überwachungs- und Steuereinrichtung erfassten Lampenspannung auf die zweite Ansteuerschaltung den Kühlmittelstrom 9 so zu regeln, dass er zwar möglichst stark ist, nicht jedoch so stark, dass für eine mit der ersten Ansteuerschaltung eingestellte Lampen-Lichtleistung eine die Lampeneigenschaften beeinträchtigende Kondensation auftritt. Umgekehrt kann also die Lichtleistung der Lampe durch optimierte Kühlung maximiert werden, wobei sich durch die Rückkopplung ein stabiler Betriebszustand einstellt.

Ein weiterer Vorteil der Kombination der erfindungsgemäßen Lampe mit dem Netzteil 8 der oben genannten Art ergibt sich bei einem Betrieb der Lampe mit unterschiedlichen Lichtleistungen. Insbesondere in dem Fall, in dem die Lampe gedimmt wird, können durch entsprechende Verminderung der Kühlung gemäß obiger Beschreibung die optimalen Betriebszustände (Gasdruck) im Entladungsraum 431 aufrechterhalten werden. Dies hat zur Folge, dass auch bei reduzierter Lichtleistung die Eigenschaften der Lampe insbesondere im Hinblick auf das Farbspektrum des abgestrahlten Lichtes nicht beeinträchtigt werden. Auf diese Weise wird der nutzbare Dimmbereich bei erfindungsgemäßen

- UHP-Lampen, der sich bei bekannten UHP-Lampen nur bis etwa 80 Prozent der maximalen Lichtleistung erstreckt, erweitert, da durch entsprechende Verminderung der Kühlung in Abhängigkeit von einem erfassten Absinken der Spannung an der Lampe eine Kondensation von Quecksilber weitgehend verhindert werden kann. Diese Reduzierung
- 5 der Kühlung findet eine praktische Grenze in den physikalischen Eigenschaften des flüssigen Kühlmittels, insbesondere am Phasenübergang flüssig-gasförmig.

PATENTANSPRÜCHE

1. Gekühlte Hochdruckgasentladungslampe, zumindest umfassend einen gekühlten Lampenkolben (43), der einen mit einem Gas gefüllten Entladungsraum (431) hermetisch verschließt, wobei zum Zeitpunkt der Gasentladung zumindest im Entladungsraum (431) eine inhomogene Temperaturverteilung besteht, und eine Kühleinrichtung (7) mit einem
5 Kühlmittel, die einen gerichteten Kühlmittelstrom (9) erzeugt,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein flüssiges Kühlmittel auf den Lampenkolben (43) einwirkt, die Lampe mit einer erhöhten Leistung betreibbar und der Kühlmittelstrom (9) derart beschaffen ist, dass bei der erhöhten Leistungsaufnahme der Lampe eine Entglasung des Lampenkolbens (43) und
10 eine Kondensation des Gases im wesentlichen verhindert wird.
2. Hochdruckgasentladungslampe nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Hochdruckgasentladungslampe eine Kurzbogenlampe für Projektionszwecke ist.
15
3. Hochdruckgasentladungslampe nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Kühlmittelstrom (9) durch die Kühleinrichtung (7) in Abhängigkeit von der Leistungsaufnahme der Lampe gesteuert und/oder in einem geschlossenen Kreislauf
20 betrieben wird.

25

4. Hochdruckgasentladungslampe nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Kühlmittelstrom (9) zumindest auf einen Bereich des Lampenkolbens (43), der oberhalb des Entladungsraum (431) liegt und die höchste Temperatur besitzt, direkt

5 gerichtet ist.

5. Hochdruckgasentladungslampe nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Bereich, der sich in der jeweiligen Einbaulage der Lampe oberhalb des

10 Entladungsraums (431) befindet, einen besseren Wärmedurchgangskoeffizient besitzt als der unterhalb liegende.

6. Hochdruckgasentladungslampe nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

15 dass im Bereich unterhalb und/oder oberhalb des Entladungsraums (431) Mittel angeordnet sind und/oder der Lampenkolben (43) derart dimensioniert ist, dass der dortige Wärmedurchgangskoeffizient beeinflussbar ist.

7. Hochdruckgasentladungslampe nach Anspruch 6,

20 dadurch gekennzeichnet,

dass sich die Wandstärke des Bereiches, der sich oberhalb des Entladungsraums (431) befindet, hin zum unten liegenden Bereich verstärkt.

8. Hochdruckgasentladungslampe nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

25 dadurch gekennzeichnet,

dass eine Homogenisierung der Temperaturverteilung im Entladungsraum (431) durch das Drehen der Lampe um die gedachte Achse zwischen den sich gegenüberliegenden Elektroden spitzen (411, 421) erfolgt.

30

9. Hochdruckgasentladungslampe nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine Homogenisierung der Temperaturverteilung im Entladungsraum (431) durch ein Betreiben der Lampe im Bereich sog. akustischer Resonanzen erfolgt.

5

10. Beleuchtungseinheit für Beleuchtungs- und/oder Projektionszwecke mit zumindest einer Hochdruckgasentladungslampe nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

10

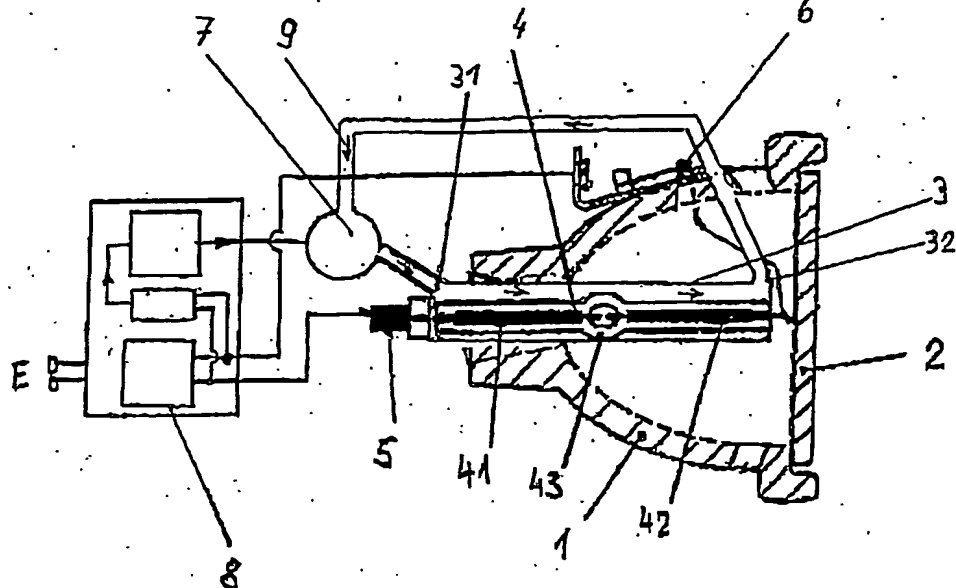


FIG. 1

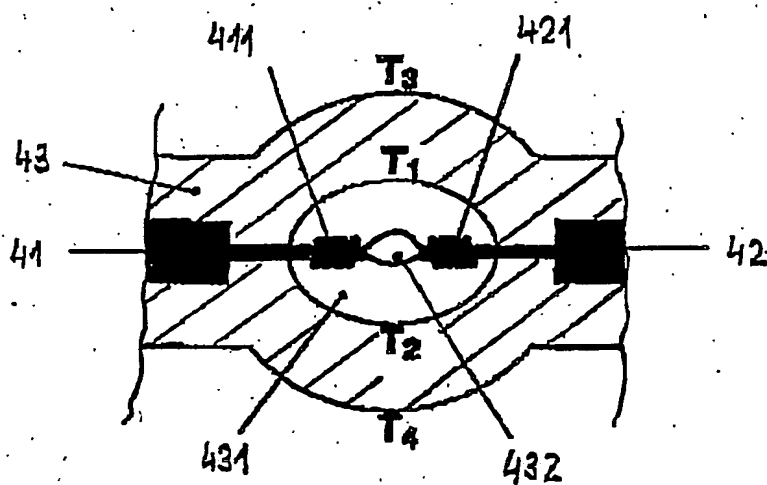


FIG. 2

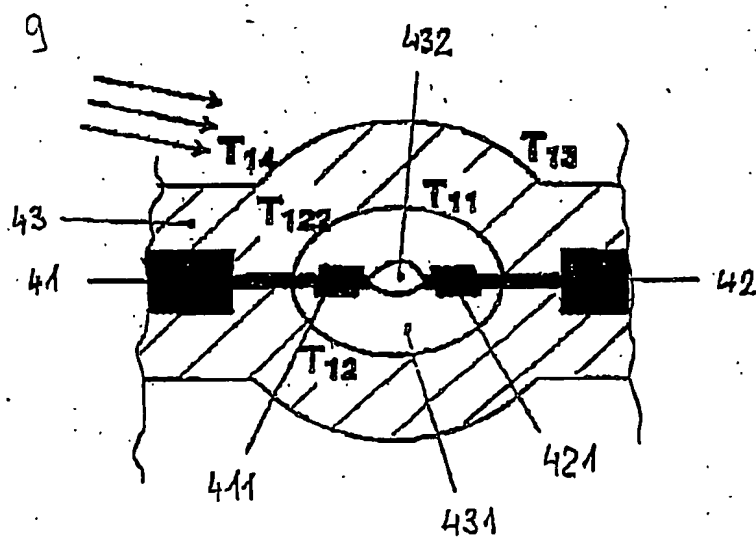


FIG. 3